SetE BULLETIN SCIENCE ET ENVIRONNEMENT SetE
Numéro 25 juillet/août 2001

SEMER LES GERMES DU CHANGEMENT

Au cours du dernier siècle, les cultures vivrières et l'introduction de peuplements fourragers cultivés en vue de l'élevage du bétail ont graduellement érodé la plus grande partie des prairies indigènes du Canada. Cette modification dévastatrice de l'habitat a provoqué un déclin significatif de la diversité des espèces végétales, animales et d'insectes et perturbé l'équilibre naturel de la vie dans cette délicate écorégion.

La réserve nationale de faune du lac de la Dernière-Montagne, dans le centre-sud de la Saskatchewan, englobe quelque 15 600 hectares d'habitat faunique. Ce secteur constitue un damier d'îlots et de parcelles de végétation introduite, indigène et mixte qui est non seulement difficile à gérer, mais en même temps menacé par la progression d'espèces exotiques au sein de l'habitat de prairie indigène qui reste.

L'écologiste spécialiste des prairies Dean Nernberg, d'Environnement Canada, récolte des graines d'herbes de prairie indigènes à l'aide d'une égreneuse à essence.

Pour mettre fin à cette dégradation et restaurer les habitats de prairie indigènes, Environnement Canada a lancé, en 1992, le Projet de restauration de l'habitat de prairie mixte. En l'espace de dix ans à peine, le projet a permis de mettre sur pied des techniques efficaces de récolte naturelle, de manutention, de traitement, de nettoyage, de stockage et de mise en terre de plus de 70 espèces d'herbes et de plantes à fleurs indigènes. Depuis 1994, quelque 50 hectares d'espèces de prairie indigènes diverses ont été ensemencés à partir de graines sauvages récoltées naturellement au lac de la Dernière-Montagne, le plus important projet de restauration du genre au Canada.

Pour les scientifiques engagés dans ce projet, cet effort s'est accompagné de beaucoup d'essais et d'erreurs, la récolte de graines sauvages constituant un art spécifique d'espèce. Par exemple, les graminées dominantes peuvent être présentes en quantités suffisantes pour que leurs graines puissent être récoltées à l'aide d'une égreneuse mécanique semblable à celle que l'on utilise pour la plupart des céréales. Toutefois, beaucoup d'herbes indigènes croissent en petites touffes éparses, si bien qu'elles doivent être égrenées en utilisant une égreneuse à essence qui fait sauter la graine de la tête et la projette dans un sac. Dans le cas de beaucoup de fleurs sauvages et d'autres plantes qui croissent près de terre, les gousses ou les têtes de graines doivent être recueillies à la main.

Les graines récoltées sont transportées à l'installation de traitement et d'entreposage d'Environnement Canada au lac de la Dernière-Montagne — un gros bâtiment qui fut démonté et expédié à cet endroit depuis Wainright, en Alberta, où il avait, durant des années, fait partie de l'installation d'élevage de faucons pèlerins du Ministère. C'est là que les graines recueillies sont nettoyées et séparées de la balle — un autre procédé spécifique d'espèce qui nécessite un matériel spécialisé. Le vieux matériel utilisé jadis pour les cultures agricoles est souvent modifié pour servir au traitement des graines sauvages récoltées naturellement, car il convient mieux que la plupart des machines modernes au traitement de petites quantités. Les graines de certaines espèces sont battues à l'aide de machines agricoles traditionnelles ou séparées à l'aide de cribles ou de tamis. La stipe comateuse, par contre, peut être récoltée mécaniquement, mais elle s'agglutine en grosses touffes peu maniables qui doivent être introduites à la fourche dans une ébarbeuse qui sépare la barbe de la graine.

Les tests et les analyses de graines entreposées au cours des années dans cette installation spécialisée et de plantes cultivées dans des serres et des lieux d'essai ont permis d'obtenir des informations considérables sur la longévité, la germination, la floraison et la production de graines de diverses espèces d'herbes et de fleurs sauvages. Ayant observé durant des années ces plantes au sein de l'écosystème de la prairie ainsi que dans des jardins et des lieux d'essai, les scientifiques connaissent désormais aussi leurs besoins en sol, en eau, en lumière et en éléments nutritifs, et savent de quelle

Suite à la page 2

À L'INTÉRIEUR

2 **Retour aux sources : les lacs de Sudbury contaminés par les pluies acides sont en voie de réhabilitation**

4 **Rétablissement des bancs de crustacés de Nanaïmo**

5 **Nouveau système de prédiction des marées de tempête**

6 **Les éléments nutrifs dans l'environnement**

7 **Limites de la mesure des substances toxiques : jusqu'où peut-on aller?**

suite de la page 1

façon elles soutiennent la concurrence avec d'autres espèces. La collection de données du Ministère concernant la germination à long terme et les caractéristiques phénologiques de plus de 50 espèces de prairie indigènes est la plus importante du genre en Amérique du Nord.

L'objectif premier des efforts accomplis au lac de la Dernière-Montagne n'est pas de remplacer toutes les semences fourragères introduites par des espèces indigènes, mais d'agrandir la zone centrale où est actuellement concentrée la plus grande partie des prairies naturelles et de l'entourer d'une zone tampon de végétation non invasive — en laissant la zone extérieure libre pour la production du foin, qui profite à la collectivité agricole avoisinante. Les agriculteurs locaux aident aussi à la réalisation de ce projet en préparant les zones de restauration par les pratiques agricoles normales. La culture de ces sites pendant trois à cinq ans par les procédés requis et l'usage sélectif d'herbicides assurent l'élimination des plantes vivaces exotiques ou une réduction considérable de celles-ci. Les producteurs agricoles retirent le bénéfice de leur récolte sans avoir à assumer un loyer foncier et fournissent à Environnement Canada des espaces nettoyés en vue de la plantation.

Une fois le site préparé, le personnel sur place utilise un semoir pour semis direct muni de germoirs et de mécanismes spéciaux pour planter les mélanges de semences indigènes. Pour certaines espèces, en particulier les légumineuses, l'épaisse enveloppe des graines doit être grattée ou « décortiquée », sinon les graines pourraient rester dormantes pendant des décennies. Pour d'autres, la germination prend deux saisons ou plus. Durant la première saison de croissance, les champs qui viennent d'être ensemencés semblent couverts de mauvaises herbes, les espèces indigènes croissant plus lentement que les espèces introduite — consacrant 90 p. 100 ou plus de leur croissance la première année à la formation de racines qui leur permettront de résister à la sécheresse.

Durant la deuxième année, par contre, les herbes indigènes prennent de la vigueur et, après une deuxième année de fauche (pour réduire la concurrence des herbes avec les fleurs sauvages) et quelques années de croissance, elles sont suffisamment bien établies pour être incorporées dans un régime régulier de brûlage et de pacage. Ces techniques de gestion stimulent la croissance des plantes indigènes et préviennent l'invasion d'espèces exotiques. Les scientifiques soulignent que les espèces de prairie indigènes plantées sur les 50 hectares du lac de la Dernière-Montagne se portent bien, en dépit d'une récente sécheresse, et que les fleurs sauvages et les légumineuses indigènes, qui croissent plus lentement, ont commencé à prendre corps.

Les scientifiques d'Environnement Canada fournissent des conseils sur la récolte naturelle, la manutention et la plantation à l'industrie pétrolière et gazière, aux groupes de conservation des terres humides, aux organismes gouvernementaux et à de nombreux autres intervenants engagés dans les efforts de restauration — tant dans les prairies que dans toute l'Amérique du Nord. Ils aident aussi aux efforts de restauration en traitant les graines recueillies par ces organismes. L'installation du Ministère est la seule au Canada qui soit équipée de façon à traiter efficacement les graines de stipe comateuse. Ces graines sont très recherchées parce que la stipe comateuse est dominante dans les prairies naturelles et qu'elle est par conséquent nécessaire pour reconstituer la composition naturelle de ces secteurs dans le cadre des efforts de restauration.

Pour accroître la production et la diversité génétique, les biologistes ont récolté des graines de stipe comateuse dans d'autres régions de la Saskatchewan — herbe épineuse provenant de la Réserve nationale de la faune des Prairies dans les Great Sandhills et hystrix étalé dans les pâturages et les exploitations d'élevage privées du Missouri Coteau. La première est très difficile à récolter naturellement, parce que ses graines mûrissent et s'égrènent presque aussitôt qu'elles sont exposées au vent, ce qui rend le créneau de récolte extrêmement étroit.

Outre la récolte naturelle des graines, les scientifiques ont mis au point une pépinière de production de graines indigènes contenant plus de 50 espèces de fleurs sauvages indigènes, ainsi qu'une importante pépinière de stipe comateuse, pour accroître la disponibilité de cette importante collection de semences — qui aideront toutes deux aux efforts de restauration en rendant les graines plus facilement disponibles et plus faciles à recueillir. La pépinière de stipe comateuse a commencé à produire une quantité limitée de graines pour la première fois cet été. Ces pépinières sont aussi utilisées pour cultiver des plantes dans les cas où les graines sont rares et en vue de la plantation dans des secteurs spécifiques tels que les jardins publics et d'autres emplacements circonscrits.

À mesure que progresseront les efforts de restauration au lac de la Dernière-Montagne, les scientifiques continueront de recueillir des données sur les plantes indigènes de la région, en vue d'effectuer plus tard une compilation et une analyse de celles-ci pour qu'elles puissent être plus largement accessibles au public et aux spécialistes de la restauration. On prévoit aussi la rédaction d'un manuel sur la récolte et la plantation d'herbes indigènes, à l'intention d'autres intervenants engagés dans les efforts de restauration. Au cours des prochaines années, Environnement Canada mettra à profit les connaissances et l'expérience acquises grâce à ce projet pour évaluer le besoin de restauration des prairies naturelles et d'efforts de gestion d'autres biens ministériels dans la région des prairies. Sm

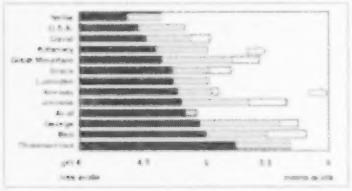
La réserve nationale de faune du lac de la Dernière-Montagne, dans le centre-sud de la Saskatchewan, abrite le projet de restauration de la prairie indigène le plus important du Canada.

RETOUR AUX SOURCES : LES LACS DE SUDBURY CONTAMINÉS PAR LES PLUIES ACIDES SONT EN VOIE DE RÉHABILITATION

La zone ombrée indique l'emplacement approximatif de la zone de 17 000 km² affectée par les fonderies de Sudbury. Cette zone renferme plus de 7 000 lacs dont les eaux se sont acidifiées pour atteindre un pH estimé à moins de 6,0 — un seuil apparemment synonyme de dommages biologiques importants.

Après plus d'un siècle d'extraction et de fusion de minerai métallique à Sudbury, en Ontario, les lieux environnants portent la trace de toutes ces activités. Les émissions de dioxyde de soufre provenant des fonderies de l'endroit ont acidifié quelque 7 000 lacs dans une zone d'environ 17 000 kilomètres carrés qui était jadis, en majeure partie, un coin de nature sauvage intouchée.

Les mesures de lutte contre la pollution appliquées dans les années 1970 et 1990 ont réduit les émissions locales d'environ 90 p. 100 et ont entraîné des améliorations remarquables de la composition chimique de certains lacs de la région. D'autres lacs, par contre, présentent encore un grave problème d'acidification. Les chercheurs du gouvernement, du secteur privé et de l'Université Laurentienne, à Sudbury,



Les taux de rétablissement de certains lacs altérés par l'acidification dans le Parc provincial Killarney. Le vert foncé indique le niveau de pH des lacs en 1980, le vert pâle, de 1980 à 1993 et le blanc, de 1993 à 1999. Source : Unité conjointe d'écologie de l'eau douce, Université Laurentienne.

travaillent ensemble pour en apprendre davantage sur cette remise en état et pour apporter leur contribution à la réhabilitation des écosystèmes aquatiques dégradés.

L'Institut national de recherche sur les eaux (INRE) d'Environnement Canada est l'un des partenaires du groupe de la réhabilitation aquatique, de même que les sociétés minières Inco Limited et Falconbridge Limited et les ministères ontariens de l'Environnement et des Ressources naturelles. Le groupe, qui a été établi en 1997 et qui est coordonné par l'Unité conjointe d'écologie de l'eau douce, de l'Université Laurentienne, suit l'évolution des changements chimiques et biologiques survenus dans les lacs à la suite de la réduction des émissions de soufre et de métaux. Il étudie également les rapports entre le processus de réhabilitation des lacs acides et les répercussions d'autres contraintes subies par l'environnement.

Les chercheurs ont remarqué des changements dans la composition chimique de l'eau, notamment un pH plus élevé et des concentrations plus faibles de sulfate, de cations basiques (p. ex., de cations calcium, sodium, potassium et magnésium) et d'aluminium. Ces améliorations de la qualité de l'eau ont, à leur tour, favorisé le rétablissement biologique de plusieurs groupes d'organismes — y compris du phytoplancton, du zooplancton et du poisson — dans certains lacs de la région. Les scientifiques du monde entier sont d'avis que la réhabilitation progressive des lacs de Sudbury est l'une des études de cas les plus convaincantes et les mieux documentées des réactions d'un écosystème à la réduction des pluies acides. Les recherches ont également mis en évidence les facteurs négatifs qui peuvent empêcher la réhabilitation.

Au cours des dernières décennies, certains lacs acides extrêmement clairs de la région sont devenus plus clairs encore, probablement en raison des modifications climatiques et de l'accroissement du rayonnement ultraviolet (UV). Même si les lacs acidifiés déjà clairs poursuivent leur lente réhabilitation, ils deviennent plus transparents et permettent ainsi aux rayons du soleil de pénétrer plus en profondeur. Une plus grande exposition de ces lacs au rayonnement UV, en raison de cet ensoleillement plus intense, peut être nocive pour les espèces aquatiques et empêcher le rétablissement de populations aquatiques saines.

La sécheresse — une autre variation du climat — peut aussi jouer un rôle dans le ralentissement du processus de réhabilitation. En période de sécheresse, le soufre accumulé dans les bassins des lacs et dans les sédiments, après des années de dépôts atmosphériques élevés, peut être libéré. Cela peut retarder la réhabilitation ou même entraîner une réacidification du lac, accompagnée de conséquences graves pour la revitalisation biologique qui en est encore aux premières phases.

Les membres du groupe de la réhabilitation aquatique sont conscients du fait qu'il s'agit là d'un moment crucial pour l'évaluation environnementale dans la région de Sudbury. Leurs études de la qualité de l'eau permettront non seulement d'évaluer l'efficacité des réductions d'émissions jusqu'à ce jour, mais aussi d'obtenir les connaissances scientifiques sur lesquelles seront basées les décisions concernant la nécessité d'appliquer de plus importantes mesures de lutte contre la pollution. Le groupe a entamé de nouvelles recherches visant à déterminer les composants de l'écosystème qui sont susceptibles de se réhabiliter sans apport extérieur. D'autres composants, par contre, exigent des mesures actives de réhabilitation telles que l'introduction d'espèces nouvelles ou la modification de l'habitat. Il étudiera aussi de façon plus détaillée le rôle joué par le transport atmosphérique à longue distance des polluants — que l'on considère maintenant comme la source prédominante d'apport acide dans les lacs de la région de Sudbury — et il continue d'étudier les répercussions des fluctuations climatiques et de l'accumulation des contaminants dans les bassins hydrographiques.

Une initiative semblable à celle du groupe de la réhabilitation aquatique constitue un moyen d'échanger des renseignements et de travailler en partenariat dans la lutte visant à promouvoir la réhabilitation des écosystèmes acidifiés. Bien que le travail en soit à ses débuts, les résultats constatés dans les lacs de Sudbury laissent espérer que, ailleurs dans le monde, il y aura des réhabilitations semblables de plans d'eau acidifiés. **Sol**

RÉTABLISSEMENT DES BANCS DE CRUSTACÉS DE NANAÏMO

Port de Nanaimo et estuaire du fleuve Nanaimo dans l'île de Vancouver, Colombie-Britannique.

Pendant des milliers d'années, les membres de la Première Nation Snuneymux^{w} de l'île de Vancouver ont pu compter sur les fruits de mer frais du port de Nanaïmo pour leur alimentation de base et pour leur utilisation dans des cérémonies et autres événements traditionnels. Depuis 1949, toutefois, la pêche aux mollusques et crustacés dans le port a été interdite en raison de la contamination bactériologique et chimique provenant des activités forestières, agricoles et commerciales qui ont lieu le long du littoral et en amont de la rivière Nanaïmo.

Même s'il s'agit d'une activité illégale, certains membres de la bande ont continué de pêcher des mollusques pour leur propre usage ou pour les vendre ensuite à d'autres consommateurs. Comme il est possible de ramener jusqu'à environ 200 kilogrammes d'un coup si la marée est favorable, les répercussions potentielles de telles activités sur la santé des Premières Nations et d'autres consommateurs préoccupent sérieusement les autorités. Pour redresser la situation, des experts d'Environnement Canada en conchyliculture et en aquaculture travaillent avec la population Snuneymux^{w} et le ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique pour rétablir la qualité de l'eau dans le port de Nanaïmo et rouvrir les bancs de crustacés à la pêche légale.

Environnement Canada, qui est l'un des principaux intervenants du Programme canadien de contrôle de la salubrité des mollusques, a la responsabilité d'effectuer des relevés et de classifier les eaux côtières du pays pour s'assurer que les eaux où sont pêchés les mollusques bivalves tels que les palourdes, les huîtres, les moules et certaines espèces de pétoncle sont d'une salubrité acceptable. Ces organismes filtrent l'eau et en retirent de minuscules particules dont ils se nourrissent. Par conséquent, les contaminants s'accumulent dans leurs tissus et peuvent occasionner de graves problèmes de santé chez les personnes qui les consomment.

Pour contribuer à déterminer la salubrité des eaux qui recouvrent les mollusques et crustacés, les biologistes de la région du Pacifique et du Yukon d'Environnement Canada prennent environ 5 000 échantillons par année et étudient leur teneur en coliformes fécaux. Ils effectuent également des essais toxicologiques et des évaluations du littoral pour déterminer si l'eau présente un problème de contamination chimique. Selon les résultats qu'ils obtiennent, les eaux de croissance sont réparties en trois catégories : zone ouverte à la pêche, zone fermée (c'est-à-dire ouverte seulement dans certaines conditions et après l'obtention d'un permis spécial) ou zone totalement fermée.

Des 140 secteurs côtiers que compte la région — ils couvrent 28 000 kilomètres de littoral depuis la frontière de l'Alaska jusqu'au 49^{e} parallèle, depuis le littoral continental jusqu'à la côte ouest de l'île de Vancouver et aux îles de la Reine-Charlotte — moins de 10 p. 100 sont classés parmi les zones totalement fermées. La plupart de celles-ci se trouvent à l'emplacement de ports importants tels que Nanaïmo, Comox, Victoria, Esquimalt et Vancouver. Une bonne partie de la pollution des eaux portuaires de Nanaïmo est attribuable à la présence de bactéries fécales qui ruissellent des terres après la pluie. Cependant, on trouve des niveaux élevés de composés chlorés près des usines situées à l'une des extrémités du port et l'on observe, dans la zone portuaire en général, la présence d'agents polluants qui proviennent de la région en amont de l'estuaire de la rivière Nanaïmo.

En 1999, le Ministère a signé un accord de trois ans établi dans le cadre de l'Initiative de l'écosystème du bassin de Géorgie et selon lequel il travaillera avec les Premières Nations pour déterminer les sources et l'étendue de la contamination dans le port de Nanaïmo et pour trouver des moyens de reclasser les bancs de crustacés à un niveau supérieur. La première phase du projet vise à améliorer la qualité de l'eau, dans la moitié est du port, suffisamment pour permettre la pêche, puis l'épuration, sous réserve de l'obtention d'un permis spécial. L'épuration est un processus de purification au cours duquel les mollusques et crustacés pêchés sont placés dans de vastes réservoirs sur la terre ferme et leur système est nettoyé au moyen d'un contact prolongé avec de l'eau de mer propre qui s'écoule en permanence. Si la pêche aux mollusques et crustacés était de nouveau permise dans le port, cela pourrait représenter une industrie d'un million de dollars par année pour la Première Nation Snuneymux^{w}.

Depuis que les Snuneymux^{w} ont reçu une formation structurée sur la surveillance de la qualité de l'eau dans le port, ils ont procédé à l'étude de la qualité de l'eau dans de nombreux échantillons et à un grand nombre d'évaluations du littoral; les résultats obtenus leur ont permis d'établir une carte informatisée de la région étudiée. Si l'accord est prolongé, on effectuera des essais additionnels pour déterminer les concentrations bactériologiques pendant la saison humide, lorsque le ruissellement est à son maximum. Les biologistes conseillent également leurs partenaires des Premières Nations sur la façon d'aborder les organisations dont les activités ont été caractérisées comme étant des sources de pollution et de les encourager à rendre leurs opérations plus écologiques.

On parlera beaucoup de cette initiative lors de la conférence internationale sur le rétablissement des mollusques et crustacés qui se tiendra à Nanaïmo en septembre 2001. La conférence portera principalement sur le thème du recours au partenariat entre les scientifiques et les collectivités dans le but d'améliorer la santé des écosystèmes côtiers par le rétablissement des mollusques et crustacés. S•E

NOUVEAU SYSTÈME DE PRÉDICTION DES MARÉES DE TEMPÊTE

Le 21 janvier 2000, la plus violente tempête des 35 dernières années a frappé le littoral de l'Atlantique près de Charlottetown, dans l'Île-du-Prince-Édouard (Î.-P.-É.). La surface de l'océan se gonflait sous l'effet de la faible pression atmosphérique qui régnait au cœur de la tourmente et des vents soufflant en bourrasque refoulaient l'eau dans une seule direction, la soulevant 1,5 mètre plus haut que la marée déjà anormalement haute de cette journée-là. Cette « marée de tempête », ou « onde de tempête », a inondé les zones côtières de l'Î.-P.-É et de l'est du Nouveau-Brunswick et causé des dommages étendus aux docks et aux autres structures côtières que rien ne protégeait des vagues.

Le Canada atlantique connaît en moyenne une ou deux marées de tempête importantes (de 0,6 mètre ou plus, parallèlement à une marée haute) par année. Ce phénomène se produit surtout au cours des mois d'hiver, quand les tempêtes sont généralement plus violentes qu'à d'autres époques de l'année. Certaines régions — y compris celles du golfe du Saint-Laurent et du détroit de Northumberland — sont plus susceptibles de subir ces marées ou leurs effets en raison de conditions géographiques particulières. Cependant, toute région littorale exposée pourrait être touchée. Cet hiver, les spécialistes des prévisions météorologiques de la région de l'Atlantique du Service météorologique du Canada (SMC) (Environnement Canada) ont mis en place le premier système canadien complètement opérationnel permettant de prédire l'arrivée des marées de tempête et de déterminer le risque éventuel d'inondation.

Ce système a été mis au point et éprouvé à Halifax dans le cadre du Programme de recherche sur la prévision environnementale en Atlantique — un travail de collaboration auquel participent la Direction générale des sciences atmosphériques et climatiques du SMC et le département d'océanographie de l'Université Dalhousie. Les chercheurs de l'Université Dalhousie ont passé plus de cinq ans à créer un modèle numérique qui prédit les marées de tempête à partir des données sur la pression atmosphérique de surface et les vents présents au-dessus de l'océan Atlantique. Les données, qui sont tirées du modèle régional de prévision météorologique régionale du SMC, permettent de prévoir les marées de tempête 48 heures à l'avance.

Le système a commencé à être utilisé à l'essai au Centre météorologique des Maritimes situé à Dartmouth, en Nouvelle-Écosse, à l'automne 1999. On a procédé à des évaluations en comparant les prédictions aux marées de tempête observées à divers emplacements, ce qui a permis de conclure que le système était plutôt fiable et qu'il pouvait prédire l'ampleur, à 10 p. 100 près, des marées de tempête importantes — y compris celle du 21 janvier. En décembre 2000, il a été utilisé intégralement pour les prévisions quotidiennes régionales.

Les spécialistes des prévisions météorologiques utilisent les cartes de niveau quotidien de la marée générées par le système, en même temps que leur connaissance de la géographie et des marées locales, pour déterminer quels sont les secteurs du littoral atlantique les plus susceptibles d'être touchés par le gonflement des eaux. Ils ont récemment ajouté ce type de renseignement au modèle de prédiction des marées de tempête afin de mettre sur pied un système d'alerte qui les avertisse automatiquement lorsque les niveaux d'eau peuvent dépasser les seuils particuliers déjà établis pour chaque emplacement et susceptibles d'indiquer une possibilité d'inondation accompagnée de dommages. Le nouveau système a été mis à l'essai le 6 février 2001, quand on prévoyait que les seuils de niveau un (les plus bas des trois) seraient dépassés dans certaines parties de l'Î.-P.-É. et de l'est du Nouveau-Brunswick. Les spécialistes ont alerté le bureau provincial des mesures d'urgence de Charlottetown qui surveillait la situation et qui était en mesure de donner l'alerte suffisamment à l'avance pour que plusieurs boutiquiers puissent protéger leur marchandise contre les dommages attribuables à l'eau.

À l'heure actuelle, le système de prédiction des marées de tempête est également utilisé dans une étude de cas portant sur les répercussions des changements climatiques à l'Î.-P.-É. et sur les besoins d'adaptation qu'ils suscitent. L'une des conséquences prévues du changement climatique est l'augmentation des températures mondiales moyennes — un phénomène qui ferait monter le niveau de la mer à la suite de l'expansion thermique et de la fonte des calottes polaires. Puisque l'écorce terrestre diminue graduellement au Canada atlantique, les secteurs côtiers de la région seront plus bas par rapport au niveau de la mer de base et, par conséquent, plus exposés aux inondations. Les météorologistes affirment également que le changement climatique pourrait augmenter la fréquence et la gravité des tempêtes, ce qui, en combinaison avec l'élévation du niveau de la mer, pourrait accroître les possibilités de voir surgir des marées de tempête destructrices. Les chercheurs ont recours au système de prédiction pour connaître les scénarios futurs en extrapolant les chiffres actuels et ils se livrent aussi à l'étude des données d'archive pour y déceler les signes des tendances émergentes.

La glace projetée sur le rivage par la marée de tempête du 21 janvier 2000 a détruit un bâtiment et presque fermé une route à Robichaud, au Nouveau-Brunswick, sur la rive sud du golfe du Saint-Laurent. Photo : Donald Forbes

Les météorologistes sont à préparer un document scientifique sur le système de prédiction des marées de tempête qui sera, l'espèrent-ils, prêt à être publié dans un journal scientifique plus tard cette année. Ils présenteront également leur rapport sur l'étude de cas touchant le changement climatique dans l'Î.-P.-É. lors d'une assemblée publique qui se tiendra à Charlottetown en septembre 2001. SotE

LES ÉLÉMENTS NUTRITIFS DANS L'ENVIRONNEMENT

Les éléments nutritifs sont essentiels à la croissance et à la survie de tous les organismes vivants, et ils influent directement sur l'abondance et la diversité de la vie sur terre. Toutefois, un excès peut causer des problèmes d'environnement et diminuer la qualité de vie. Une augmentation de la quantité d'azote et de phosphore dans l'environnement, résultant d'activités humaines, stimule beaucoup trop la production des plantes au détriment d'autres espèces et est reliée à divers effets toxiques directs et indirects.

À l'échelle mondiale, la quantité d'azote assimilable dans l'environnement a plus que doublé depuis les années 40, et les concentrations de phosphore assimilable ont aussi constamment augmenté. Chaque année, en raison d'activités humaines, plus de 304 000 tonnes d'azote et 12 000 tonnes de phosphore pénètrent dans les eaux souterraines et les eaux de surface canadiennes, et 1,4 million de tonnes d'azote sont aussi rejetées dans l'atmosphère. L'augmentation marquée de la taille de nos populations urbaines et des déchets qu'elles produisent, l'utilisation d'engrais, la combustion de combustibles fossiles ainsi que le défrichement et la déforestation des terres sont tous des facteurs qui contribuent au problème. Jusqu'à présent, les principales répercussions se sont fait sentir dans nos écosystèmes aquatiques, mais quelques-unes de nos forêts ont commencé à présenter les premiers symptômes d'une saturation d'azote.

Les éléments nutritifs agissent sur l'environnement en stimulant la croissance des plantes. Lorsque cette dernière est beaucoup trop stimulée en milieu aquatique, elle occasionne un important changement dans la composition de l'habitat et la diversité des espèces qui s'y trouvent. Quand certaines espèces végétales en étouffent d'autres, un effet de vague se produit sur d'autres espèces vivant dans l'écosystème, dont les poissons et les invertébrés. Une forte densité de population végétale a aussi pour effet de diminuer la teneur de l'eau en oxygène dissous en raison de la respiration nocturne et de la consommation d'oxygène par les bactéries qui décomposent les plantes mortes. Rares sont les animaux qui peuvent survivre dans des lacs eutrophisés ainsi privés d'oxygène.

Les éléments nutritifs stimulent aussi la croissance des algues, y compris les algues toxiques, dans les eaux douces et côtières. La consommation d'eau contenant des espèces d'algues qui produisent des toxines ou des organismes qui accumulent les toxines (comme les mollusques et crustacés) peut nuire à la santé des animaux terrestres et à celle des humains. Les algues peuvent aussi donner un mauvais goût et une odeur désagréable à l'eau potable provenant de sources d'eau de surface, notamment de lacs et de réservoirs.

L'ammoniac et les nitrates, deux formes d'azote, peuvent aussi contaminer les eaux souterraines et les eaux de surface. En concentrations élevées, ils sont toxiques pour les animaux aquatiques et terrestres. On a mentionné que les nitrates pouvaient contribuer à la diminution des populations d'amphibiens et que les rejets d'ammoniac faisaient possiblement mourir les poissons. Des enquêtes montrent qu'une partie des eaux souterraines de toutes les provinces sont contaminées par les nitrates. Toutefois, il est extrêmement rare que des personnes meurent après avoir bu de l'eau potable contenant des nitrates en fortes concentrations.

Les engrais chimiques et le fumier épandus sur les terres agricoles cultivables pour en accroître le rendement sont les principales sources diffuses d'éléments nutritifs rejetés dans les eaux de surface et les eaux souterraines au Canada.

Les éléments nutritifs rejetés directement dans le sol peuvent en bouleverser l'équilibre chimique et contaminer les eaux souterraines. Le ruissellement a pour effet de transporter l'excès d'éléments nutritifs du sol aux eaux de surface, qui peuvent ainsi devenir acidifiées et eutrophisées. Les éléments nutritifs pénètrent aussi dans l'atmosphère, où ils sont transportés sur de longues distances avant de retomber sur la terre sous forme de dépôts atmosphériques. L'azote, sous ses différentes formes atmosphériques, contribue à la formation de smog et de pluies acides; c'est un puissant gaz à effet de serre. Les dépôts atmosphériques d'azote occasionnent aussi l'eutrophisation des eaux de surface.

Pour donner suite aux préoccupations exprimées par le Comité permanent du Parlement sur l'environnement et le développement durable au sujet des effets et de la gestion de ces importants éléments nutritifs et du fait que le seul réglement fédéral qui les régit porte sur les concentrations de phosphore dans les détergents à lessive, le gouvernement fédéral s'est engagé à entreprendre une évaluation scientifique complète des éléments nutritifs dans l'environnement canadien. Les résultats de cette évaluation, qui a commencé en 1997, ont récemment été rendus publics dans un rapport technique produit par cinq ministères fédéraux et dans un rapport d'Environnement Canada sur l'état de l'environnement

Suite à la page 7

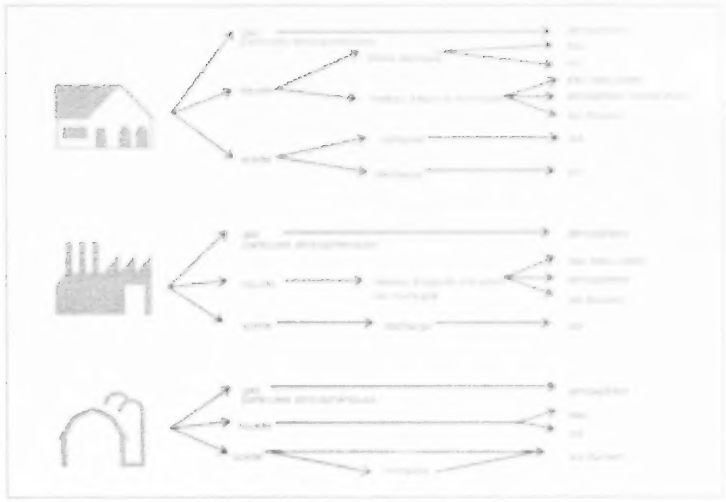
Suite de la page 6

Des scientifiques d'Environnement Canada, de Ressources naturelles Canada, de Pêches et Océans Canada, d'Agriculture et Agroalimentaire Canada et de Santé Canada ont formé l'équipe d'évaluation qui a recueilli et interprété les données, dont une grande partie n'avaient jamais été rassemblées et analysées auparavant. Leurs résultats ont apporté un nouvel éclairage sur la manière dont les éléments nutritifs modifient l'environnement, leurs effets et les dommages qu'ils pourraient causer, et les principales sources de ces composés, qui sont tous des facteurs importants à prendre en compte pour déterminer la future marche à suivre.

D'après les rapports, les eaux d'égout municipales sont la principale source ponctuelle de rejets d'éléments nutritifs dans les eaux de surface canadiennes, qui s'élèvent annuellement à environ 80 000 tonnes d'azote et 5 600 tonnes de phosphore. Bien que le niveau de traitement des eaux d'égout au pays s'améliore en général à mesure que les municipalités modernisent leurs stations d'épuration, dans bon nombre de localités qui rejettent leurs effluents dans les eaux côtières, ces derniers subissent encore un traitement primaire seulement ou ne sont pas traités du tout. Les fosses septiques, utilisées par un peu plus d'un quart de la population, libèrent aussi de l'azote et du phosphore, qui peuvent être transportés dans les eaux souterraines jusqu'aux eaux de surface.

Les principales sources diffuses d'éléments nutritifs rejetés dans les eaux de surface et les eaux souterraines sont les engrais chimiques et le fumier épandus sur les terres agricoles cultivables pour accroître le rendement. Même si près de 90 p.100 de ces éléments nutritifs sont absorbés par les cultures, l'excédent, soit environ 293 000 tonnes d'azote et 56 000 tonnes de phosphore par année, peut contaminer l'eau de ruissellement ou d'infiltration.

D'autres sources produisent moins d'éléments nutritifs, mais sont très préoccupantes dans certaines régions. Elles comprennent les exploitations aquicoles, qui rejettent, sous forme de déchets métaboliques, de matières fécales et de refus, jusqu'à 80 p.100 des éléments nutritifs donnés aux poissons d'élevage. C'est l'élevage des poissons dans des cages en eau libre qui est le plus préoccupant, car les déchets qui en résultent sont entièrement rejetés dans les eaux environnantes. Les industries qui possèdent un permis d'exploitation rejettent aussi chaque année des tonnes d'azote et de phosphore dans les eaux de surface canadiennes. Bien que ces apports soient, estime-t-on, respectivement inférieurs à la moitié et au septième des quantités de phosphore et d'azote provenant des eaux d'égout municipales, ce ne sont pas toutes les industries qui doivent mesurer les éléments nutritifs.



L'illustration nous montre les différentes façons dont les sources municipales, industrielles et agricoles rejettent des éléments nutritifs dans l'environnement et elle nous indique où ces éléments nutritifs se retrouvent en fin de compte.

La plus importante source de rejet d'azote dans l'air est l'exploitation agricole, notamment le rejet d'ammoniac causé par la manipulation et l'épandage de fumier et d'engrais. La combustion de combustibles fossiles, en particulier par le secteur des transports, contribue aussi appréciablement aux émissions atmosphériques de diverses formes d'azote. Les industries rejettent aussi de l'azote dans l'air, notamment sous forme d'oxyde nitrique et de dioxyde d'azote.

Les rapports mentionnent que diverses mesures ont été et pourraient être prises pour aider à réduire les apports d'éléments nutritifs dans l'environnement. Par exemple, certaines stations municipales d'épuration des eaux usées utilisent des méthodes perfectionnées d'élimination du phosphore avant d'évacuer leurs effluents. La plupart des provinces ont maintenant adopté des lignes directrices concernant l'épandage de fumier sur le sol afin d'établir un équilibre entre les besoins des cultures en éléments nutritifs et les quantités fournies par le sol et les engrais, et bon nombre d'agriculteurs mettent en place des stratégies de gestion des éléments nutritifs pour réduire la surfertilisation. Il existe maintenant de nouvelles technologies permettant d'ajouter des suppléments au régime alimentaire du bétail pour accroître la rétention des éléments nutritifs, qui n'est actuellement que de 20 à 40 p.100. De même, la mise au point d'aliments pour poissons qui sont plus digestibles et plus équilibrés sur le plan nutritionnel réduira les rejets de déchets dans les exploitations aquicoles.

Les rapports ont souligné la nécessité de continuer à surveiller les émissions d'éléments nutritifs et les conditions ambiantes ainsi que de faire des recherches sur les effets de l'ajout d'éléments nutritifs sur la santé des écosystèmes et celle des humains. Un atelier réunissant de multiples intervenants a eu lieu en mars 2001 afin de discuter les problèmes relevés dans l'évaluation et de trouver des solutions possibles. Environnement Canada, Agriculture et Agroalimentaire Canada et l'Agence canadienne d'inspection des aliments ont récemment effectué un examen de la réglementation concernant les éléments nutritifs au Canada pour aider à définir la réponse fédérale à l'évaluation. Un groupe interministériel fédéral donnera son opinion sur les résultats de l'évaluation, de l'examen de la réglementation et de l'atelier, et il recommandera des mesures à prendre pour aider à protéger la santé des Canadiens et de leur environnement contre les conséquences de ce nouveau problème. **S•E**

LIMITES DE LA MESURE DES SUBSTANCES TOXIQUES : JUSQU'OÙ PEUT-ON ALLER?

La Politique de gestion des substances toxiques établie pour le Canada et la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999)* prévoient l'élimination virtuelle des substances dites de la « voie 1 ». Ces substances, dues à l'activité humaine, sont considérées comme un risque pour la santé humaine et celle de l'environnement parce qu'elles sont toxiques, persistantes et bioaccumulables. Le défi qui se pose aux industries s'efforçant d'atteindre ce but à long terme consiste à mesurer le chemin parcouru et celui qui reste à faire.

Le Centre de technologie environnementale (CTE) d'Environnement Canada établit un repère pour l'élimination virtuelle de chaque substance de la voie 1 : le niveau de quantification (NQ). Il s'agit simplement de la plus faible concentration d'un composé pouvant être mesurée avec précision par les méthodes habituelles d'échantillonnage et d'analyse. Puisqu'il est impossible de mesurer avec fiabilité toute concentration inférieure au NQ, lorsque ce niveau est atteint, on considère que le composé a été virtuellement éliminé.

En vue d'en arriver à une élimination virtuelle dans des secteurs en particulier et pour certaines sources, des limites et des échéanciers fondés sur des techniques rentables et couramment disponibles seront fixés. On peut mentionner, par exemple, un règlement sur les pâtes et papiers pour les dioxines et les furannes et des normes pancanadiennes pour les incinérateurs et les chaudières qui brûlent du bois chargé de sel.

Déterminer la plus faible concentration à laquelle il est possible de mesurer une substance n'est pas aussi facile qu'il le semble. Il faut d'abord mettre au point des méthodes pour déceler la substance dans la matrice où elle se trouve, que ce soit dans l'air, le sol ou l'eau, puis la séparer de tous les autres constituants de fond qui pourraient nuire à la lecture. Pour chaque substance, un NQ distinct peut être calculé au besoin dans le cas de chacune des matrices.

Pour ce faire, les scientifiques du CTE commencent par effectuer une analyse préliminaire des matrices. Divers échantillons sont apportés au laboratoire et soigneusement analysés. Une fois que leurs constituants ont été déterminés, de très faibles quantités de la substance sont mélangées dans la matrice. L'échantillon subit ensuite un autre traitement et est analysé à l'aide d'un chromatographe en phase gazeuse couplé à un spectromètre de masse, ce qui permet de séparer les constituants de l'échantillon de façon à doser plus facilement la substance cible.

Un technicien de laboratoire du Centre de technologie environnementale utilise un évaporateur pour accroître la concentration d'un composé en vue de l'analyser.

Le processus est répété jusqu'à ce que la plus petite quantité de substance systématiquement mesurable soit déterminée, ce qui correspond généralement à environ 3 à 10 fois la limite décelable de la substance non diluée. Les quantités mesurées au moyen des instruments d'analyse sont extrêmement faibles; cela équivaut à mesurer une seconde par 32 000 ans. On calcule le NQ en multipliant la variabilité des mesures répétées (c'est-à-dire l'écart-type) à cette concentration par 10; c'est ce qu'a recommandé l'*American Chemical Society* à la suite de longues recherches et de nombreuses analyses. Par conséquent, les mesures répétées de la concentration d'une substance dans un échantillon au voisinage du NQ seront égales à plus ou moins 30 p. 100 de cette dernière valeur 99 fois sur 100.

Il est relativement simple de déterminer le NQ d'une substance dans une matrice connue dans des conditions de laboratoire contrôlées, mais il ne l'est pas autant pour les échantillons prélevés sur le terrain. Toutefois, des essais sur le terrain sont nécessaires pour assurer que la plupart des variations que peut comporter le prélèvement des échantillons, notamment les différences dans l'interférence causée par les constituants de fond de la matrice, ont été prises en compte. L'une des principales difficultés que comporte la vérification des NQ sur le terrain réside dans le fait que les sources les plus pures possibles doivent être échantillonnées afin de confirmer que la quantité mesurée est réellement la plus faible possible.

Depuis 1990, l'année où le CTE a calculé son premier NQ pour les dioxines dans les effluents des fabriques de pâtes, Environnement Canada a déterminé ce niveau pour les dibenzo-p-dioxines polychlorées, les dibenzofurannes polychlorés, l'hexachlorobenzène et les biphényles polychlorés. On s'efforce maintenant de calculer le NQ d'autres composés, comme ceux figurant sur la Liste des substances d'intérêt prioritaire, dont l'évaluation indique qu'il s'agit de substances de la voie 1. En même temps qu'un plus grand nombre de limites de la mesure seront établies, les industries pourront mieux évaluer les progrès qu'elles ont réalisés en vue de réduire leurs émissions de polluants toxiques et mettre en œuvre des plans plus efficaces pour atteindre le but visé, qui est l'élimination virtuelle. S•E

TOUT SUR LE

Bulletin S et E

Le *Bulletin* paraît tous les deux mois et est élaboré par Environnement Canada pour présenter de l'information à la fine pointe de la science et de la technologie sur le plan environnemental aux Canadiens et Canadiennes.

Renseignez-vous davantage sur les sujets présentés dans ce numéro et ceux précédants en consultant notre site Web *S et E* à l'adresse suivante : [www.ec.gc.ca/science]. La version en direct du *Bulletin* renferme souvent plus de données et de graphiques et offre des liens à d'autres documents et sites pertinents. Bon nombre des publications ministérielles mentionnées dans le *Bulletin* figurent sur la Voie verte d'Environnement Canada à [www.ec.gc.ca] ou peuvent être commandées auprès de l'Informathèque au 1 800 668-6767.

Pour obtenir plus de renseignements sur un sujet, vous pouvez effectuer une recherche sur toutes les ressources en direct offertes par les quatre ministères des ressources naturelles canadiens — y compris le *Bulletin S et E* — en utilisant le moteur de recherche CanExplore à [www.canexplore.gc.ca].

Les représentants des médias ainsi que les autres personnes intéressées à mener une recherche plus approfondie peuvent obtenir les noms et numéros de téléphone des personnes-ressources en communiquant avec l'éditeur du *Bulletin*, Paul Hempel, à Paul.Hempel@ec.gc.ca, ou au (819) 994-7796. Nous invitons les lecteurs à lui envoyer également leurs commentaires et suggestions.

N'hésitez pas à reproduire de l'information provenant de la présente publication en indiquant sa source : le *Bulletin S et E* d'Environnement Canada.

ISSN 1480-3801

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada (Environnement Canada) 2001